Niveau(x) d'enseignement : 0 Numéro EDUQ : 9270783
Centre d'intérêt : 630

Jacobi, Daniel.

Economie visuelle et tension narrative des représentations graphiques / par Daniel Jacobi. -- Montréal : Université du Québec à Montréal, Centre interdisciplinaire de recherche sur l'apprentissage et le développement en éducation, 1992.
20 f. : ill. ; 29 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 66)

Bibliogr. : f. 19-20.

ISBN 2-921284-87-1

Vedette(s)-secondaire(s) : Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherche sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s) : Illustration • Image

Identificateur(s) de sujet : Représentation graphique • Histogramme

Ce texte convie à une excursion dans les graphiques élémentaires que l'on retrouve dans les documents de vulgarisation tout comme dans les manuels scientifiques. Ces courbes permettent de représenter, sous une forme graphique, des données expérimentales et de comparer spatialement ou temporellement des résultats scientifiques. Après avoir analysé, à partir d'un exemple, l'économie visuelle des graphiques, le document met en évidence la dimension de figurabilité que les revues de vulgarisation peuvent, à travers eux, solliciter. Puis, il examine comment la reconnaissance visuelle de ces graphiques ou les commentaires linguistiques d'interprétation tendent à les réduire et à les organiser selon un pattern narratif.

Type de document :

9270783

CENTRE INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHE SUR
L'APPRENTISSAGE ET LE DEVELOPPEMENT EN EDUCATION

CIRADE

Université du Québec à Montréal

Économie visuelle et tension narrative des représentations graphiques[1]

par Daniel Jacobi
Département Éducation Permanente
INSPA

Séminaire sur la Représentation
15 octobre 1991 - n° 66

CIRADE, UQAM, mars 1992

[1] Ce texte a fait l'objet d'une présentation orale au colloque *Représentations graphiques dans l'enseignement et la formation*-Grenoble, juillet 1991 sous le titre: Représentations graphiques et tension narrative dans quelques documents destinés à diffuser des connaissances scientifiques (à paraître).

Dans les documents de vulgarisation tout comme dans les manuels scientifiques, un certain nombre de plages visuelles sont combinées aux colonnes de texte. Une analyse systématique de ces plages sur un corpus étendu de documents de diffusion scientifique, permet de catégoriser les différents types d'illustrations utilisés. [Alesandrini, 1984; Goldsmith, 1984; Jacobi, 1984 et 1985; Jacobi et Schiele, 1989].

Pour aller à l'essentiel, il nous semble nécessaire de distinguer d'emblée deux grands ensembles: d'une part les plages visuelles empruntées directement à l'imagerie scientifique (celle qui est construite dans le laboratoire et publiée dans une revue scientifique primaire) et, d'autre part, les illustrations proposées, par des savants ou des médiateurs, à des fins explicatives ou éducatives.

Cette description-classification est opératoire, lorsqu'on peut comparer un discours scientifique-source et des reformulations destinées à des publics de non spécialistes [Jacobi, 1987 et 1988].[2] Si l'on s'en tient au seul domaine des sciences de la vie, c'est un nombre limité de moyens qui permet d'obtenir la plupart des illustrations publiées: photographie, dessin, enregistrements de signaux électriques ou bio-chimiques, etc. [pour un inventaire, cf. Jacobi, 1985]. Parmi ces moyens la sémiologie graphique, au sens de Bertin, est assez bien représentée [Bertin, 1967 et 1980]. Les sciences de la vie semblent marquer une prédilection pour les histogrammes ou des graphiques élémentaires, à savoir l'enregistrement d'un paramètre biologique en fonction d'une autre variable.[3]

Ces courbes permettent de représenter sous une forme graphique des données expérimentales et très souvent de comparer spatialement ou temporellement des résultats scientifiques.Pourquoi les auteurs recourent-ils aussi fréquemment à ce type de plages visuelles? Comment ces graphes sont-ils utilisés? Quelle est leur contribution à la qualité scientifique du document? Et du côté de la réception, est ce que les lecteurs les consultent? Peuvent-ils les déchiffrer ou les interpréter?

Autant de questions complexes qui réclameraient de longues investigations. Aussi est-ce plus simplement à une excursion dans ces graphiques élémentaires à laquelle ce texte convie. Ce bilan-inventaire nous permettra d'avancer quelques hypothèses. Après avoir analysé, à partir d'un exemple, l'économie visuelle des graphiques, nous mettrons en évidence la dimension de figurabilité que les revues de vulgarisation, à travers eux, peuvent solliciter [Fresnault-Deruelle,

---

2 Il serait cependant aventureux d'imaginer que la partition entre document scientifique vs document popularisé conduise l'éditeur à refuser d'employer l'imagerie scientifique ésotérique pour les lecteurs non spécialisés. Tout au contraire les revues de vulgarisation, surtout celles qui comme *Pour la science ou la Recherche* sont édités avec soin et imprimées en quadrichromie, n'hésitent pas à publier en pleine page par exemple de grandes photographies en couleurs obtenues à l'aide de microscopes électroniques ou de tout autre technique d'imagerie.

3 L'analyse a porté sur la collection des articles - vedettes et des magazines publiés dans les 22 derniers numéros de la revue *La Recherche*. Pour le domaine des sciences de la vie et de la médecine, près d'une page sur deux appartient à la catégorie sémiologie graphique.

1984]. Puis nous examinerons comment la reconnaissance visuelle de ces graphiques ou les commentaires linguistiques d'interprétation tendent à les réduire et à les organiser selon un pattern narratif.[4]

1. L'économie visuelle du graphique

Un inventaire des plages visuelles appartenant à la série sémiologie graphique (au sens de Bertin) utilisées, par exemple dans la collection annuelle de la revue de vulgarisation La Recherche, pour les articles traitant de sciences de la vie, indique que les courbes sont de très loin le moyen le plus utilisé (près de 8 fois sur 10) [Bertin, 1967]. Qu'il s'agisse de rapporter des résultats de recherche ou des données expérimentales, de prouver la réalité d'un effet, d'établir la nocivité d'une substance, de mettre en évidence des oscillations lentes sur une longue période... le recours à une (ou plusieurs) courbe(s) s'impose.

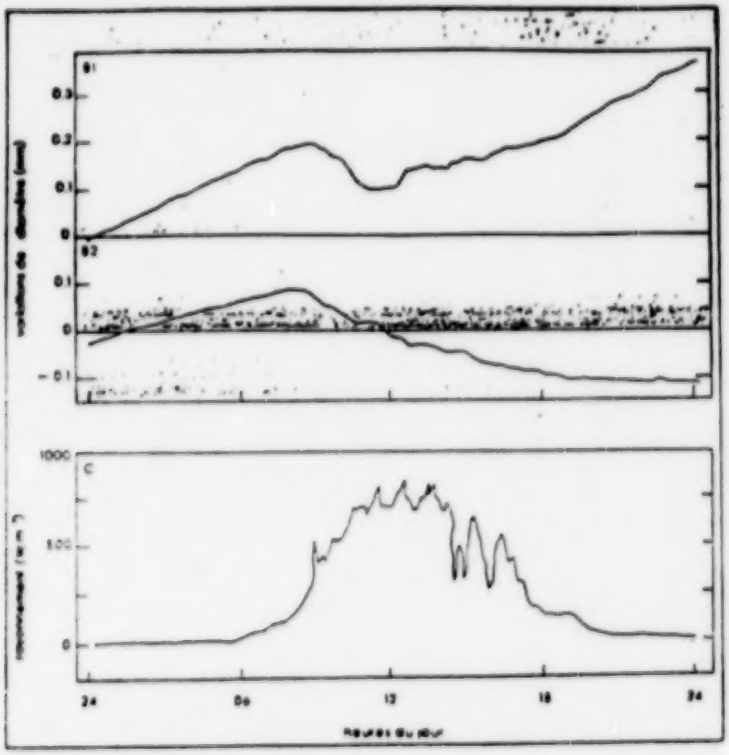
À titre d'exemple intéressons nous à un seul volume: le numéro 221, mai 1990, cahier spécial intitulé *L'eau*. Et regardons plus attentivement les courbes publiées à la page 647 (dans HG Jones, *L'irrigation du futur*) pour tenter de décrire l'économie visuelle de ce type de graphique. Ces courbes font partie d'une plage du paratexte qui couvre les deux tiers de la page. Cette plage est divisée en quatre: en haut une photo en couleurs de l'appareillage destiné à mesurer finement des diamètres de tige ou de fruit et en bas la série de trois courbes, toutes tracées en rose sur des fonds eux aussi colorés. Entre la photo du haut et les courbes se situe la légende qui commente l'ensemble de la plage visuelle. Celle-ci constitue un ensemble autonome du paratexte et ce d'autant plus que la référence intratextuelle qui appelle l'illustration n'apparaît que beaucoup plus tard dans le cours du texte (milieu de la première colonne de la page 651, soit quatre pages plus loin).

---

[4] Remerciements: Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans les documents aimablement communiqués par Catherine Allais, Rédactrice en chef de *La Recherche*, Michel Kreutzer, directeur de recherche au CNRS, LSHS - URA 667, et Jean Paul Natali, Cité de la Science et de l'Industrie.

Illustration 1

(Jones, HG. (1990) - L'irrigation du futur- *La recherche*, 221, pp. 644-653)



Une autre méthode, plus moderne, permettant de piloter l'irrigation est la mesure du rétrécissement du diamètre des fruits et des tiges quand ceux-ci perdent de l'eau (micromorphométrie). Cette photo montre un capteur de variation de diamètre fixé sur une pomme en place sur l'arbre (en A); le câble sur la gauche est relié à un ordinateur qui permet de stocker les données et de tracer des courbes d'évolution de l'état hydrique au cours d'une journée (en B). En parallèle, on mesure l'éclairement solaire au niveau de l'arbre (en C). Ainsi, cette technique appliquée sur un pommier normalement irrigué (en B1) et sur un pommier non irrigué (en B2) montre que la croissance est réduite par la sécheresse: mais pour le plant irrigué comme pour celui en sécheresse, on observe une contraction du fruit en milieu de journée, lorsque l'ensoleillement est très intense. (Cliché tdr)

Que montrent ces courbes? Deux d'entre elles (appelées B1 et B2), superposées sur un fond ocre jaune aux valeurs croissantes (nuance pâle en haut et foncée vers le bas) correspondent aux variations du diamètre d'un fruit (une pomme). En dessous est figurée une troisième courbe, tracée sur un fond jaune paille; elle correspond aux variations de l'éclairement solaire mesuré au niveau de l'arbre fruitier.

Quelle est la nature des observations que cette plage visuelle cherche à représenter? Le chercheur qui publie ces courbes veut établir que le rayonnement solaire a un effet sur l'état hydrique d'un pommier: le rayonnement solaire augmente l'évapo-transpiration, c'est-à-dire que le végétal perd davantage d'eau quand le rayonnement s'intensifie. Or quand une plante se déshydrate ses tissus végétaux se rétrécissent. Un appareillage (représenté sur la photo du haut) permet de mesurer les différences très fines du diamètre d'une pomme au cours d'une seule journée. La mesure de minuscules modifications du diamètre est devenue un indicateur de l'effet du rayonnement solaire sur un arbre fruitier.

Mais que veut mettre en évidence cette recherche? Les deux courbes supérieures (B1 et B2), sont d'allures bien différentes; elles ont été obtenues l'une avec un pommier irrigué, l'autre avec un arbre qui ne l'était pas. Le rapprochement de ces deux tracés avec la courbe d'enregistrement de l'intensité du rayonnement solaire permet de comparer les minuscules variations de diamètre selon que le pommier, qui reçoit un ensoleillement identique, est irrigué ou non irrigué. Laissons de côté une éventuelle discussion sur les limites ou les qualités de cette expérience et essayons plutôt de mettre en évidence la suite des résolutions qui permet au chercheur de construire ces courbes. Tracer des courbes que l'on décide de publier n'est pas en effet une opération évidente. Que doit faire l'auteur?

a. Choisir une période de temps homogène et représentative de l'effet biologique qu'il cherche à mettre en évidence. Cela apparaît dans le graphique: l'abscisse des temps, commune aux trois courbes, est une période de 24 heures avec des tranches de 6 heures choisies comme unité de légende.

b. Combien de mesures est-il nécessaire d'effectuer pendant cette période? Ici le type d'appareillage mobilisé impose une solution: les variations d'ensoleillement et celles des diamètres sur les fruits sont enregistrées simultanément. Le chercheur n'obtient pas un ensemble de points qu'il devrait ensuite relier par une ligne. L'appareillage permet d'obtenir directement des tracés qui enregistrent les variations dans le temps de chaque paramètre.

c. Fixer l'échelle qui, en ordonnées, permettra de représenter les variations unitaires de diamètre et d'ensoleillement. Ces unités ne sont ni de même nature, ni surtout de même amplitude. Les diamètres de fruits varient faiblement en 24 heures; l'unité retenue est le dixième de millimètre et sur le graphique une variation d'un dixième de millimètre est représentée par un centimètre. Le rayonnement varie de zéro (la nuit) à près de mille unités

dans la journée; l'unité est le Watt /cm2 et sur le graphe un centimètre représente 250 unités d'ensoleillement. Le chercheur parvient ainsi d'une part, pour les courbes B1 et B2, à rendre visibles des modifications presque infimes et, d'autre part, à contenir sur une surface modeste des variations considérables d'amplitude (courbe C).

d. Décider de figurer ou de ne pas figurer l'horizontale du zéro en ordonnée. Pour les variations de diamètre cette information est importante car elle permet de faire un bilan: le fruit a grossi ou, au contraire, il s'est rétréci. Par contre il ne lui paraît pas utile de tracer cette horizontale pour le rayonnement. Le zéro est marqué par la courbe d'enregistrement elle même: la nuit, l'ensoleillement est nul. Le graphique est fermé en bas, non pas par une horizontale de zéro origine, mais par l'échelle des temps.

Ces résolutions successives permettent d'obtenir un graphique particulier sur lequel le rapprochement des trois courbes est destiné à asserter l'existence de faits scientifiques. Le premier est construit en comparant les courbes B1 et B2 et la courbe C: le diamètre des fruits augmente pendant la nuit et quand le rayonnement solaire n'est pas intense; il diminue pendant les heures très ensoleillées. Le second est établi en comparant l'allure de B1 et de B2: un pommier non irrigué voit le diamètre de ses fruits continuer à diminuer bien après la période de rayonnement intense de la mi-journée.

Ce graphique n'est pas une courbe obtenue en reliant des points correspondant à une série de mesures ponctuelles. Un système automatisé permet d'obtenir un grand nombre de données et c'est probablement un ordinateur qui trace les graphiques reproduits dans la revue, automatismes qui simplifient la tâche du chercheur.

Soulignons cependant que ce graphique est bien le résultat d'un certain nombre d'options, ce que l'automatisation du dispositif de recueil de données pourrait faire oublier. Choix d'abord des données et des variations que l'on peut enregistrer. Fréquence des mesures ensuite. Ce graphique a pu être établi à partir d'enregistrements en continu. Un système automatisé permet d'obtenir un grand nombre de données et de tracer les graphiques reproduits dans la revue. Mais pourtant des décisions relatives à l'échelle ou à la vitesse d'enregistrement permettent toujours de contrôler la pente, l'étalement et en quelque sorte l'allure générale des courbes. Ici l'échelle adoptée sur l'axe des ordonnées contribue fortement à la forme d'ensemble en réduisant ou au contraire en amplifiant (mesures sur les fruits) les changements de pente des courbes.

Ces règles d'économie visuelle sont bien celles qui permettent la construction d'une courbe. Essayons de les résumer. Une courbe est un graphique élémentaire destiné à figurer un phénomène biologique. Ce moyen graphique permet de représenter des données, préalablement enregistrées dans un tableau, et qui correspondent aux variations d'un paramètre biologique le plus souvent pendant une période de temps déterminée. D'une façon plus générale les spécialistes des sciences de la vie utilisent des courbes pour représenter les rapports de deux

variables: une grandeur mesurant un signal biologique d'une part, un espace de temps, d'autre part, ce dernier étant mesuré avec l'unité appropriée (milliseconde, minute, jour, année...).

La notion de courbe est empruntée à la géométrie: elle est le lieu des positions successives d'un point qui se meut d'après une loi déterminée. Cette courbe est dessinée en joignant des points qui correspondent aux mesures effectuées dans des conditions expérimentales contrôlées. Elle traduit donc toujours la dimension dynamique des observations faites par les savants. Mais simultanément elle tend à montrer au delà des résultats ponctuels immédiats la tendance universellement répétable de cette loi biologique.

Toutes les représentations graphiques prennent appui sur les principes mathématiques qui permettent de les construire. Mais choix délibéré ou tradition peuvent conduire à des divergences. Par exemple des options particulières, comme le choix de l'échelle en ordonnées (ou de celle du temps) qui accentue l'ampleur du phénomène enregistré, comme la forme et la couleur du trait, les décisions prises par le chercheur quant à l'instant origine ou la durée des enregistrements... personnalisent le type de représentation. L'allure générale de la courbe peut en être affectée.

Les courbes qui résultent de l'application de règles mathématiques et qui se veulent parfaitement objectives peuvent par le jeu de ces options révéler une certaine souplesse dans le codage sémiologique, comme si leurs auteurs attachaient une valeur à l'allure et à la forme des représentations graphiques pour elles-même.

2. La figurabilité des graphiques

Revenons à notre numéro de *La Recherche*. Le paratexte de ce numéro sur *l'eau* compte une trentaine de plages visuelles graphiques (cartes, diagrammes, organigrammes...) dont la moitié sont des courbes du même type, du moins en apparence. Au fil des pages, on peut les énumérer: une série de huit courbes superposées illustrant la structure moléculaire de l'eau (p. 550); l'enregistrement du spectre, dans l'infrarouge proche, de la glace interstellaire (p. 558); les courbes du flux moyen de vapeur d'eau dans l'atmosphère terrestre d'un pôle de la planète à l'autre (p. 573); la courbe de modélisation des singularités hydrauliques des réseaux de collecte d'eau (p. 584); les courbes comparant la clarification de l'eau avec un traitement classique ou par ultrafiltration (p. 605); une importante série (huit graphiques) destinée à illustrer la pollution du Rhin et d'autres fleuves par différentes substances (p. 612 & 613); enfin page 647 apparaissent les courbes décrites ci-dessus (voir illustration 1).

Une lecture plus attentive que le survol page à page permet de déceler de notables différences parmi ces courbes en apparence de formes voisines. Certaines sont réellement

établies à partir de mesures obtenues en réalisant des expériences ou des séries d'observations. D'autres sont des courbes hypothétiques destinées à visualiser des modèles théoriques à caractère mathématique ou pseudo-mathématique.

Mais aujourd'hui beaucoup de ces courbes, réutilisées par la vulgarisation scientifique, appartiennent à un univers particulier que nous proposons de dénommer les *inscriptions scientifiques* [Latour, 1985; Jacobi, 1985]. Avec l'explosion des techniques modernes d'enregistrement des variables biochimiques, bioélectriques et autres, les spécialistes disposent aujourd'hui d'un appareillage sophistiqué qui produit les représentations figurées, soit directement sur des bandes de papier, soit par photographie d'un écran sur lequel un spot lumineux défile en variant d'amplitude.

Ces représentations ne sont pas de même nature que les courbes obtenues par le traitement mathématique de données paramétriques enregistrées préalablement. Les électrogrammes ou les sonogrammes fréquemment utilisés dans les sciences de la vie, les recherches sur la santé, etc. sont au contraire des enregistrements en continu obtenus directement par des capteurs reliés à des dispositifs électroniques qui les concrétisent en signes et les visualisent ad libitum. Pour une publication, le spécialiste compare ces enregistrements, les sélectionne sur son cahier de laboratoire et éventuellement en extrait des échantillons choisis avec soin pour des publications scientifiques. Ces inscriptions acquièrent ainsi le statut de preuve.

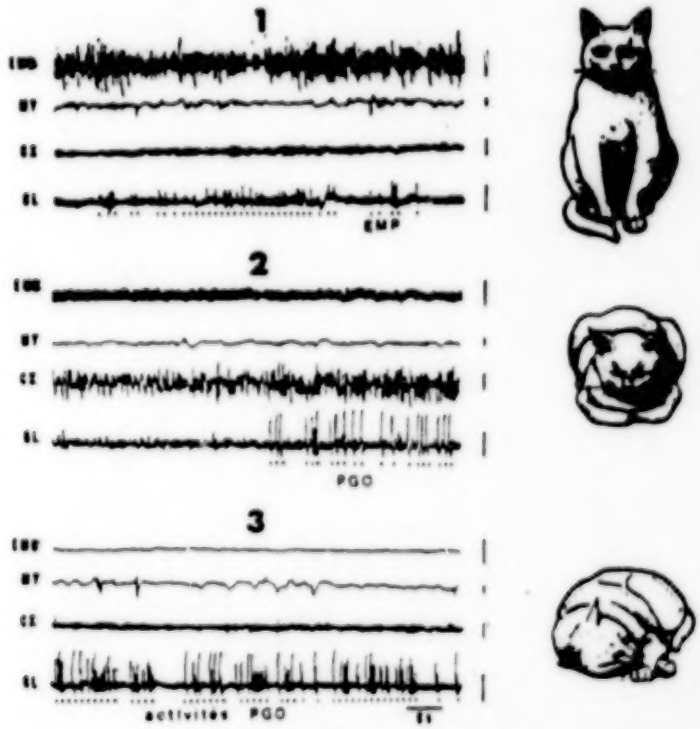
Les représentations graphiques, comme les inscriptions scientifiques présentent deux avantages déterminants. Elles permettent de figurer graphiquement des variations paramétriques. Et dans le même mouvement de les enregistrer, c'est-à-dire de constituer une mémoire de la recherche. Elles matérialisent sous une forme graphique simple des phénomènes biologiques ou des signaux dont la forme est a priori non graphique comme une émission sonore, la présence d'une enzyme ou d'un acide aminé, une variation électrochimique même infime... Le matériel vivant est ainsi transformé en une gigantesque machine dont tous les signaux peuvent être enregistrés en permanence. Et, dans le bruit continu du vivant, il deviendra possible de distinguer des phénomènes spontanés ou provoqués qui deviennent, par contraste, remarquables.

Ces signes peuvent ensuite être déchiffrés par des experts. Des spécialistes en ornithologie, familiers des sonogrammes de certaines espèces, peuvent les déchiffrer et entendre mentalement le chant de l'oiseau. Un peu comme pour les notes de musique sur une portée qui, pour un musicien ne sont pas des signes, des notes ou une partition quelconques mais une mélodie qui chante dans sa tête au moment même où il la parcourt des yeux. La lecture des électrocardiogrammes ou des électro-encéphalogrammes par des médecins spécialisés est de même nature. Les symptômes sont déchiffrés par référence à ce qu'on appelle précisément une sémiologie médicale.

Certaines représentations graphiques peuvent très exactement caractériser des concepts. C'est le cas du concept de sommeil paradoxal (SP). La phase de SP est codée par la superposition de trois catégories d'inscriptions: un électro-encéphalogramme (EEG), un électromyogramme des muscles de la nuque (EMG) et l'enregistrement des mouvement oculaires. La concomitance des ondes amples de l'EEG, de l'atonie de l'EMG et des mouvements oculaires rapides définit la phase de SP. Le dessin du chat endormi n'a évidemment pas la même précision car il code mal la nature de la phase. Et il ne peut avoir la même valeur de preuve. Les courbes constituent ainsi un équivalent visuel du concept scientifique.

Illustration 2

(Cespuglio, R. (1981). Les phénomènes phasiques du cycle veille-sommeil. Thèse de doctorat, Université de Lyon 1)



Les différents aspects polygraphiques et comportementaux des États d'Éveil et de Sommeil chez le chat adulte normal:

1- Stade d'éveil avec activité rapide corticale (CX), activité de pointes de bas voltage (eye movement potential: EMP) au niveau du noyau géniculé latéral (GL); activité musculaire importante (EMG); mouvements oculaires (MY) conjugués, de faible amplitude.

2- Stade de sommeil lent. Le tracé cortical présente des ondes lentes de haut voltage. Le tonus musculaire diminue. Des pointes géniculées de haut voltage apparaissent avant la survenue du sommeil paradoxal.

3- Phase de sommeil paradoxal. Le tonus des muscles de la nuque est totalement aboli; l'activité corticale est rapide. On observe des mouvements oculaires (MY) rapides différents de ceux de l'éveil et surtout des pointes géniculées groupées en pseudo-fuseaux. Calibrage: 6 secondes, 50 microvolts.

Pointillés: 1-EMP (Eye Movement Potential); 2 et 3-PGO (activité ponto-géniculo-occipitale).

Cette quête d'une correspondance visuelle entre un concept scientifique nécessairement abstrait et un dessin figuré est une préoccupation essentielle de la vulgarisation. Se satisfait-elle à cet effet des graphiques? Pour tenter de répondre à cette question nous devons maintenant envisager les graphiques non pas du point de vue de leur production mais de leur reconnaissance par les lecteurs.

3. Le graphique comme code sémiologique

Quelle est l'efficacité des graphiques comment moyen visuel au service de la diffusion et de l'appropriation des concepts scientifiques? On se doute bien qu'il n'existe pas de réponse incontroversable à cette question. Cependant nous avons déjà mentionné que les graphiques sont utilisés par les chercheurs dans des publications primaires. L'intrusion des graphiques dans les discours scientifiques ésotériques, ceux qui sont destinés aux spécialistes, n'a pas pour préoccupation première la reformulation sous une forme figurée et visuelle de grandeurs et de données abstraites. Dans ce cas la préoccupation de ceux qui construisent et publient ces plages visuelles répond à de toutes autres préoccupations [Pour un exposé de ce point de vue, cf. Latour, 1985; Lynch et Woolgar, 1988. Voir aussi Dagognet, 1984]. Lynch suggère que le chercheur sélectionne et mathématise les éléments qui vont reconstruire les observables et les transformer en une série de représentations destinées à obtenir un consensus sur ce qui est vu et su.

Or précisément les plages visuelles publiées dans les revues de popularisation des sciences puisent, nous l'avons vu, dans ce répertoire visuel. Il conviendrait de le garder à l'esprit au moment où l'on s'interroge sur l'efficacité des représentations graphiques pour diffuser des concepts scientifiques. Aussi est il probablement sage de se demander plus prosaïquement quelles sont les habiletés mises en oeuvre par la reconnaissance des graphiques [Denis, 1989; Reid, 1990; Bowen, 1990; Dobson, 1980; Roller, 1980]. En général on postule que la lecture des graphiques et même l'interprétation des images n'a rien de spontané [Issing, 1990]. La plupart des partisans convaincus des "effets de supériorité des images" estiment qu'il est nécessaire au préalable d'apprendre à déchiffrer les images.[5] Notons aussi que ces effets se manifestent surtout lorsque les images sont utilisées comme des auxiliaires de textes de forme narrative [Levie et Lentz, 1982; Reid, 1990]. Il convient de se demander à quelles conditions les représentations graphiques peuvent devenir directement lisibles ou surtout interprétables.

L'établissement comme l'interprétation de ces représentations graphiques doivent obéir - pour faciliter leur emploi comme code sémiologique - à des conventions qui tendent à s'universaliser. Par exemple le temps est placé en abscisse; le zéro se situe au croisement des

[5] Selon certains des participants du séminaire le meilleur apprentissage de la lecture des graphiques serait... d'apprendre à les construire.

deux axes (ordonnées et abscisses); les variations positives se situent au dessus de l'axe horizontal origine; la courbe n'est pas tracée point par point mais lissée pour faciliter les péréquations et tenir compte des légères distorsions de mesure...

Ces conventions, très stables, favorisent une reconnaissance de la part des destinataires. En particulier les graphiques présentent une certaine parenté avec les habitudes de lecture des textes: commencer à gauche et aller ensuite vers la droite, le haut et le bas de la courbe rappellent aussi l'orientation du texte sur la page. C'est ce qui explique le malaise que ressent le lecteur quand curieusement ces conventions ne sont cependant plus respectées. Par exemple les potentiels d'action des fibres nerveuses, manifestations électriques négatives, sont enregistrées vers le haut, comme si elles étaient positives. L'échelle des temps géologiques et les stratigraphies se lisent toujours de bas en haut (comme si la représentation voulait correspondre analogiquement aux éléments observables: les couches anciennes sont plus profondes que les couches récentes qui se sont déposées ultérieurement par dessus les premières).

En quelque sorte l'usage très fréquent des courbes et des graphiques dans l'éducation et l'information produit un effet de familiarité avec eux. Cette grande familiarité conduit à des usages particuliers des graphiques et des courbes. Ils ne correspondent plus nécessairement à la représentation de données mesurées ou même mesurables mais se transforment en des sortes de stéréotypes signifiant conventionnellement *croissance rapide* ou *chute vertigineuse* par exemple dans les dessins humoristiques. Il s'agit en quelque sorte de l'emploi figuré d'une représentation graphique conventionnelle qui se transforme en une sorte de signe quasi autonome. La présence de ces codes empruntés à la sémiologie graphique dans les caricatures indique sans ambiguïté que, par exemple les courbes appartiennent dorénavant à l'univers de ces signes-clichés qui surcodent les images figuratives et permettent d'élaborer toutes sortes de bricolages sémiotiques [Tardy, 1975].

Illustration 3

(Moatti, J.P. et al. (1990). Les attitudes et comportements des Français face au sida. *La recherche*, 223, pp. 888-895.)

Ces codes sémiotiques naturalisés par la culture visuelle et les habitudes de lecture révèlent la prégnance de certaines formes graphiques [Panofsky, 1975]. Faut-il penser que c'est cette prégnance qui conduit certains chercheurs à recourir aux courbes même en l'absence de données quantitatives? Peut être tout simplement pour accréditer l'idée que certains traits ou tendances augmenteraient ou diminueraient dans le temps ou dans l'espace [Mitchell, 1986]. Mais pour ce qui est du secteur de la popularisation, on peut retenir que les régularités du codage sémiologique peuvent provoquer un effet de familiarité qui facilite la reconnaissance des graphiques. Détaillons maintenant ce mécanisme de reconnaissance.

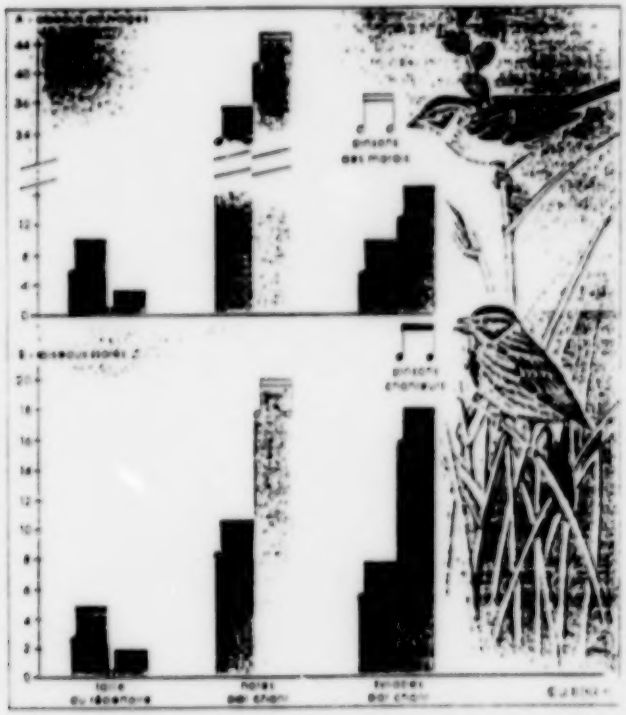
4. Stéréotypes et reconnaissance des graphiques

Les publications de popularisation sont conscientes des difficultés que procurent aux lecteurs les graphiques. Comment tentent-elles de pallier cet inconvénient? Ici encore il sera plus parlant d'examiner cette question en analysant un exemple. Dans un numéro récent (avril 1991) *La Recherche* a publié p. 470 un histogramme dressé pour caractériser le chant de certaines

espèces d'oiseau. Cette planche est organisée de façon assez particulière; elle peut être divisée selon deux axes: horizontalement la plage est découpée en deux parties égales qui correspondent aux histogrammes A (oiseaux sauvages) et B (oiseaux isolés). Mais on peut aussi la découper verticalement en deux colonnes inégales; celle de gauche correspond aux deux paquets d'histogrammes tandis que celle de droite, plus étroite, comporte seulement deux dessins superposés d'oiseaux (pinson des marais, pinson chanteur).

Illustration 4

(Clayton, N.S. (1991). L'apprentissage du chant chez les oiseaux. *La recherche*, 231, pp. 464-472.)



Les caractéristiques du chant varient d'une espèce à l'autre. Ainsi, les pinsons chanteurs mâles sauvages ont un répertoire de chant non seulement plus étendu que celui des pinsons des marais, mais aussi plus riche en syllabes et en notes (A). Les résultats obtenus sur des oiseaux ayant subi une privation acoustique sont similaires (B). De telles différences entre espèces rendent compte de divergences dans le développement: les pinsons chanteurs acquièrent les premiers une large gamme de types de chants alors que les pinsons des marais sont prédisposés à émettre une série de chants plus limitée. (D'après Marler et Sherman, 1984).

Sur ces dessins, en haut le pinson des marais émet une paire de croches claires pendant que celle émise par le pinson chanteur, dessinée en dessous, est noire. Du coup le pinson des marais semble comme perché au dessus des bâtons de l'histogramme A et le pinson chanteur vocalise ses croches noires sur le graphique B.

Cette description permet de repérer trois catégories de signes visuels superposés dans cette plage: les tracés en bâtons de l'histogramme (code de la sémiologie graphique), les dessins minutieux des oiseaux (code analogique) et enfin les dessins de croches (code sémiotique déplacé puisque ces notes de musique ne sont pas ici de vraies notes musicales; elles veulent symboliser le chant des oiseaux). Le lecteur dispose ainsi d'indices de nature très différente allant du dessin réaliste figuratif au registre de la sémiologie graphique en passant par un système sémiotique stéréotypé, tel qu'il est utilisé par exemple dans les bandes dessinées où les croches veulent toujours signifier chanson, sifflement ou air de musique.

Cette superposition de codes vise à fournir une aide pour le travail d'interprétation demandé au lecteur. Le dessin et les croches de musique sont plus proches de la culture des non spécialistes. Nous dirons qu'ils se situent dans des registres plus fortement figurabilisés. La sémiologie graphique constitue déjà un premier travail de visualisation de données quantitatives abstraites. Mais les vulgarisateurs veulent renforcer ou redoubler le graphique soit en superposant d'autres codes, soit en mettant en relation les données et le matériel concret étudié.

Cette recherche d'une meilleure efficacité communicative dans la visualisation de données est une préoccupation constante chez tous ceux qui depuis déjà longtemps estiment que les graphiques doivent être élaborés selon des codes qui ne soient pas seulement des combinaisons de signes conventionnels et arbitraires mais aussi des assemblages de formes et de couleurs, des recours à des dessins plus motivés et davantage analogiques. Il est probable que l'un des pionniers de cette tendance ait été l'architecte viennois Otto Neurath dont on a pu voir, lors de la grande exposition Paris - Vienne sur l'art des années trente, les remarquables *isotypes* qu'il avait dessinés pour visualiser des données socio-économiques en vue de la création de son grand musée populaire [Kinross, 1984]. Bertin lui même n'est pas insensible à la valeur d'image des graphiques et il suggère des principes simples pour améliorer leur efficacité ou leur prégnance visuelle [Bertin, 1967: 139 & sq].

Cette préoccupation intéresse également les spécialistes des cartes géographiques soucieux de superposer des *figurés* et des symboles lisibles dans la vue d'ensemble d'une carte [Brunet, 1987]. D'autres auteurs veulent, par exemple pour la presse d'information générale ou pour les magazines, rendre les graphiques plus attractifs. Pour conférer aux courbes une valeur d'accroche, ils suggèrent des solutions comportant un recours à des images figuratives [Tufte, 1990; Wainer, 1980]. Néanmoins toute représentation figurative de l'une des variables analysées par le graphique suppose d'utiliser l'image la mieux adaptée, c'est-à-dire qui soit à la

fois spontanément déchiffrable et pertinente avec la nature des faits que l'on cherche à figurabiliser.

En consultant la collection de *La Recherche*, on remarque assez bien comment elle tente de pallier cet inconvénient. En systématisant sous la forme d'une règle ces tentatives, on peut dire que le vulgarisateur rétablit la relation représentations graphiques/support concret. Par exemple, dans une publication sur la communication vocale chez les singes, on placera en rapport de sonogrammes des petites photos de l'animal qui: alerte ses congénères, se prépare à lutter contre un concurrent, nourrit un jeune... Dans ce cas ce sont des représentations analogiques (photo-dessin) qui permettent d'aider le destinataire non pas à traiter le graphe, mais plutôt à en saisir l'utilité.

Mais dans l'exemple que nous venons d'analyser la superposition des codes et le croisement des lectures verticale et horizontale suggèrent des associations non pertinentes: les pinsons des marais ne sont pas plus sauvages que les pinsons chanteurs, et le nombre de syllabes par chant des pinsons des marais isolés ne deviennent pas au dessus de la fréquence 20 des refrains de pinsons chanteurs! Ces ambiguïtés sont pourtant introduites par les symboles utilisés pour faciliter les comparaisons entre les deux espèces d'oiseaux. Le souci de faciliter le travail du lecteur n'aboutit donc pas nécessairement à une meilleure efficacité. Mais il existe une dernière procédure de reconnaissance probablement plus fréquente qu'il faut aussi signaler.

5. Graphique et recit

Il faut cependant se rappeler que les graphiques que nous avons analysés sont toujours publiés en accompagnement d'un texte. Et il est évident que le lecteur va généralement trouver une aide dans celui-ci. L'interprétation des représentations graphiques est guidée par le commentaire linguistique, que ce soit dans le texte lui même, ou dans la légende qui est ajoutée à ce type de figure. Les mots employés dans ces commentaires sont révélateurs du point de vue retenu par le scripteur. Qu'il s'agisse de réponses, de données, de résultats ou d'enregistrements, c'est à chaque fois l'aspect matériel et concret de la figure tracée qui structurera ce commentaire.

Par exemple on souligne l'allure de la représentation: courbe en U, en S, forme en cloche, type sinusoïdal ou allure sinueuse. Les emprunts au lexique des descriptions géographiques ne sont pas rares: un pic, un plateau, un palier, une ondulation, une vallée, un thalweg... Mais le scripteur peut aussi transformer par son commentaire la représentation en un acteur animé et agissant: la courbe stagne, elle monte, elle chute, elle s'effondre, elle tend à s'amortir... Elle devient ainsi comme un personnage

Bref en lieu et place du modèle *traitement* le texte propose un commentaire d'une autre nature. Par le détour du langage, la représentation graphique acquiert un statut différent. Le texte embraye sur le mode d'une description analogique ou sur celui d'une action qui se déroule sous les yeux du lecteur. Ainsi le commentaire contribue, en commentant le graphe comme une action en train de se dérouler, à privilégier parmi toutes les modalités possibles de reconnaissance un effet particulier et ce aux dépens de tous les autres: c'est le modèle narratif [Myers, 1988].

Comment se structure cette reconnaissance de type narratif? Nous savons qu'un graphique figure mais sans se transformer complètement en une image. De plus, à la différence d'autres plages visuelles, il ne génère pas de difficulté significative à mettre en oeuvre les opérations de mise en relation et de syntaxe que mentionnait Bresson pour le jeune lecteur aux prises avec des images complexes [Bresson, 1981]. La très grande majorité des courbes que nous avons analysées pour ce travail présentent une particularité: elles peuvent être consultées et déchiffrées selon le même mécanisme de reconnaissance qu'un texte écrit, c'est-à-dire de gauche à droite et de haut en bas. La présence des axes, l'indication des unités le long de ces axes, l'allure du (ou des) tracé(s) structurent et organisent la prise d'information.

Cette uniformité du mécanisme de reconnaissance débarrasse le lecteur de cette préoccupation et il peut quasi spontanément rechercher une interprétation: les courbes peuvent être lues comme des histoires.[6] L'effet narratif prend directement appui sur la spatialisation et la séquentialité. Au départ, à l'origine il ne se produit pas grand chose. Puis survient un événement qui s'amplifie, explose; ensuite il se calme et retombe, ou rebondit. Enfin survient la chute ou conclusion qui achève le récit. En somme les courbes, pour s'en tenir à ce seul type de représentations, enregistrent des événements ou des épisodes, que l'auteur ne manque pas de matérialiser et de souligner: présence de couleur, attention du lecteur attiré par une verticale ou une flèche... Ces éléments ajoutés à la stricte représentation mathématique qui confère au graphe sa forme de courbe ou de colonnes ont une valeur singulière. Il superposent à l'enregistrement un appareil de type déictique, c'est-à-dire un dispositif qui oriente et canalise l'attention du lecteur.[7]

Les éléments déictiques les plus utilisés sont, par ordre d'importance, les flèches, les colonnes verticales qui découpent le graphe en tranches, et l'emploi de couleurs. La flèche marque un instant précis ou attire l'attention sur un moment particulier du phénomène enregistré. Les bandes verticales découpent le temps et l'espace en identifiant des portions égales ou inégales. La couleur matérialise des surfaces mais aussi intervient de façon plus subjective pour accentuer ou dramatiser.

---

6 Claude Janvier remarque que cette analyse ne vaut que pour les courbes dénommées des *chroniques* (Berlin, 1967) (c'est-à-dire celles où l'axe des abscisses est le temps). Lorsque la seconde variable n'est pas temporelle, cette interprétation est bien entendu non relevante, même si le lecteur tend par la force de l'habitude à l'esquisser malgré tout.

7 La déixis, ou *action de montrer*, est une des façons d'actualiser un discours en l'accompagnant d'indices qui marquent bien quel est le référent. Les démonstratifs (ce, cette) ont fréquemment une valeur déictique.

Cet appareil déictique ponctue en quelque sorte le graphe et accentue la tension dramatique. Le lecteur s'attend à ce qu'il se passe quelque chose, il en surveille les prémisses. Puis l'événement, considérable et bien visible, se manifeste... avant que le calme d'un nouvel équilibre réapparaisse. Les graphes créent ainsi ce qu'on pourrait interpréter comme des tensions narratives. Au point que les courbes plates, celles où ils ne se passent plus rien, sont la preuve évidente - quasi clinique - de la fin et de la mort.

D'autres faits plaident pour cette interprétation narrative. Par exemple Bertin appelle *chroniques* certains des graphiques que nous avons décrits [Bertin, 1967: 210]. Et les commentateurs scientifiques des tracés électrographiques appellent des épisodes les bouffées qui, en rompant la régularité du tracé antérieur, se différencient visuellement.

Au terme de notre brève incursion dans l'univers de la sémiologie graphique que pouvons nous conclure? Marquons d'abord les limites de cette investigation: elle ne porte que sur des exemples publiés dans la revue *La Recherche*, c'est-à-dire une revue de vulgarisation mais consultée par des lecteurs pourvus d'une culture scientifique préalable. De plus l'approche formelle utilisée ici, celle qu'autorise la sémiologie, ne peut aller au delà d'une comparaison entre grammaires de production et de reconnaissance. Si quelques règles relativement stables permettent d'espérer que les courbes et les histogrammes soient spontanément déchiffrables par les lecteurs de la revue, il n'est par contre pas certain qu'ils puissent aussi aisément percevoir la qualité scientifique de ces graphiques. En dépit des transformations qu'opère le vulgarisateur pour adapter les graphiques ésotériques, les conditions d'une lecture interprétation demeurent incertaines: c'est le contexte de l'expérimentation scientifique et lui seul qui, en permettant de focaliser les paramètres expérimentaux et la nature de leurs relations avec les hypothèses initiales, permet de fournir les informations nécessaires pour décoder un graphique. Une courbe n'est jamais tout à fait autonome. Du moins pas sans culture scientifique et probablement seulement après avoir consulté attentivement la section «matériel et méthodes» qui fournit au lecteur une sorte de mode d'emploi de cette représentation visualisée.

Par contre si le lecteur, ignorant toute précaution, tente une interprétation spontanée, celle ci ne peut que correspondre à des stéréotypes. C'est pourquoi on ne peut croire que la présence insistante de ces graphiques a pour seule motivation la volonté, ou la nécessité, d'assurer le statut ou la valeur scientifique des documents de vulgarisation. Wainer pour défendre l'utilité des graphiques dans les magazines souligne qu'ils offrent plusieurs catégories d'avantages comme: présenter de façon simple des données nombreuses et complexes, construire une image évocative qui peut être retenue à la lecture, conférer une valeur scientifique aux affirmations, capturer l'attention, enjoliver la page, séduire et enfin engager le lecteur (c'est moi qui souligne) à *terminer l'histoire* [Wainer, 1980]. Remarque singulière si l'on songe que la représentation graphique fournit ainsi au discours de vulgarisation tout à la fois une amorce, un raccourci et sa propre clôture.

BIBLIOGRAPHIE

Alesandrini, K.L. (1984). Pictures & Adult Learning. *Instructional Sciences, 13*, 63-77.

Bertin, J. (1967). *Sémiologie graphique*. Mouton.

Bertin, J. (1980). The Basic Test of the Graph; a Matrix Theory of Graph Construction & Cartography, dans A. Kolers & al. (Eds), *Processing of Visible Language, 2* (pp. 585–604). New-York: Plenum Press.

Bowen, C.W. (1990). Representational Systems Used by Graduate Students while Problem Solving in Organic Synthesis. *Journal of Reseach in Science Teaching, 27*(4), 351-370.

Bresson, F. (1981). Compétence iconique et compétence linguistique. *Communications, 33*, 185-196.

Brunet, R. (1987). *La carte, mode d'emploi*. Fayard Reclus.

Cespuglio, R. (1981). *Les phénomènes phasiques du cycle veille-sommeil*. Thèse de doctorat, Université de Lyon 1.

Clayton, N.S. (1991). L'apprentissage du chant chez les oiseaux. *La Recherche, 231*, 464–472.

Dagognet, F. (1984). *Philosophie de l'image*. Vrin.

Deforge, Y. (1981). *Le graphisme technique; son histoire et son enseignement*. Champ Vallon Seyssel.

Denis, M. (1989). *Image et cognition*. Paris: PUF.

Dobson, M.W.(1980). The Acquisition & Processing of Cartographic Information; Some preliminary Information, dans A. Kolers & al. (Eds), *Processing of Visible Language, 2* (pp. 291-304). New-York: Plenum Press.

Fresnault-Deruelle, P. (1984). Métaphores / métamorphoses / figurabilité. *Langages, 75*, 55–64.

Goldsmith, E. (1984). *Research into Illustration; an Approach & a Review*. Cambridge: University Press.

Issing, L.J. (1990). Learning from Pictorial Analogies. *European Journal of Psychology of Education. V*(4), 489-499.

Jacobi, D. (1985). Références iconiques et modèles analogiques dans des discours de vulgarisation. *Information sur les sciences sociales, 24*(4), 847-867. London: Sage.

Jacobi, D. (1988). Les images et la vulgarisation scientifique, dans D. Jacobi & Vezin (Eds), *La communication par images*. (pp. 559-570). *Bulletin de psychologie, 386*.

Jacobi, D., & Schiele, B. (1989). Scientific Imagery & Popularized Imagery; Differences & Similarities in the Photographic Portraits of Scientists. *Social Studies of Science, 19*, 731-753. London: Sage.

Jones, H.G. (1990). L'irrigation du futur. *La Recherche, 221*, 644-653.

Kinross, R. (1984). The Work of Otto Neurath in Visual Communication. *Fundamenta Scientiae, 5*(2), 185-199. Oxford: Pergamon Press.

Latour, B. (1985). Les vues de l'esprit. *Culture technique, 14*, 4-29.

Levie, W.H., & Lentz, R. (1982). Effects of Text Illustration. *Educational Communication & Technology, 30*, 195-232.

Lynch, M., & Woolgar, S. (Eds) (1988). Representations in Scientific Practice. *Human Studies, 11*, 99-360.

Moatti, J.P. et al. (1990). Les attitudes et comportements des Français face au sida. *La Recherche, 223*, 888-895.

Mitchell, W.J.T. (1986). *Iconology; Image, Text, Ideology*. Chicago: The University of Chicago press.

Myers, G. (1988). Every Picture Tells a Story; Illustrations in EO. Wilson's Sociobiology. *Human Studies, 11*(2-3), 235-270.

Panofsky, E.(1975). *La perspective comme forme symbolique*. Minuit.

Reid, D.J. (1984). The Picture Superiority Effect and Biological Education. *Journal of Biological Education, 18*.

Reid, D.J. (1990). The Role of Pictures in Learning Biology. *Journal of Biological Education, 24*(3), 161-172 et *24*(4), 251-258.

Roller, B.V. (1980). Graph Reading Abilities of Thirteen-years-old, dans A. Kolers & al. (Eds). *Processing of Visible Language, 2*, (pp. 305-314). New York: Plenum Press.

Tardy, M. (1975). La fonction sémantique des images. *Études de Linguistique Appliquée, 17*, 29-43.

Tufte, E.R. (1990). *Envisioning Information*. Graphics Press.

Wainer, H. (1980). Making Newspaper Graphs Fit to Print, dans A. Kolers & al. (Eds), *Processing of Visible Language, 2* (pp. 125-142). New York: Plenum Press.

Des exemplaires du présent document sont en vente à l'adresse suivante:

Centre Interdisciplinaire de Recherche sur
l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succ. A,
Montréal, Québec
H3C 3P8

Publié par le Centre Interdisciplinaire de Recherche
sur l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
Conception graphique: Fiorsette Pétrosyl